

PENGUNAAN BAHAN BAHAN TEMPATAN SEBAGAI BAHAN TAMBAH SIMEN DI DALAM OPERASI PENYIMENAN TELAGA MINYAK DAN TELAGA GAS DI MALAYSIA

Ariffin Samsuri dan Shahrin Shahrudin

Fakulti Kejuruteraan Kimia dan Kejuruteraan Sumber Asli
Universiti Teknologi Malaysia
Jalan Semarak
54100 Kuala Lumpur

ABSTRAK

Bagi mendapatkan ciri-ciri dan tingkahlaku simen yang optimum untuk sesuatu operasi penyimenan, beberapa bahan tambah digunakan, iaitu bahan tambah pelanjut, pencepat, perencat, hilangan bendalir, penyelerak, pemberat dan edaran hilang. Setakat ini, semua bahan tambah yang diperlukan masih lagi diimport dari luar negara. Kajian awal di makmal mengenai kesesuaian penggunaan beberapa bahan tempatan sebagai bahan tambah telah dilakukan. Di antara bahan tempatan yang diuji adalah ilmenit sebagai bahan tambah pemberat, bentonit sebagai bahan pelanjut, sekam padi dan sabut kelapa sebagai bahan tambah hilangan bendalir. Umumnya, bahan-bahan tempatan tersebut boleh digunakan sebagai bahan tambah kepada simen kelas G untuk mendapatkan ciri-ciri serta tingkahlaku simen yang diperlukan.

ABSTRACT

To obtain optimum characteristics and behavior of the cement for certain purpose during cementing operation, several additives are used such as extenders, accelerators, weighting agents, fluid-loss and loss circulation additives. Currently, all the additives used are imported from other countries. Preliminary laboratory studies of several local materials as cement additives have been carried out for their suitability. Some of the local materials being tested include ilmenite as weighting agent, bentonite as extender, paddy and coconut husk as fluid-loss. Generally, these local materials can be used as the additives for the class G cement to fulfil the properties requirement.

PENGENALAN

Dalam industri petroleum, operasi penyimenan merupakan salah satu operasi yang penting bagi melengkapkan sesebuah telaga sebelum telaga berkenaan berpengeluaran. Di antara fungsi-fungsi penting simen adalah untuk melindungi zon-zon pengeluar hidrokarbon, memperkuat selongsong pada formasi, menghalang letusan zon bertekanan tinggi, melindungi selongsong dari proses pengkaratan, mengkedap zon-zon hilangan edaran, menghalang aliran menegak bendalir formasi di antara selongsong, memanjangkan hayat telaga dan memudahkan kerjasemula dilaksanakan. Secara am, ciri simen yang baik ialah berketertelapan kurang dari 0.1 md dan kekuatan mampatan lebih dari 300 psi (Allen, 1978).

Untuk memastikan kerja-kerja penyimenan berjalan dengan lancar dan berjaya, ciri-ciri simen yang digunakan mesti memenuhi spesifikasi tertentu sesuai dengan keadaan yang dihadapi, terutamanya kedalaman telaga, tekanan, suhu, sifat fizikal dan kimia batuan formasi serta bendalir yang terdapat di dalamnya. Oleh kerana kedalaman purata telaga di Malaysia berkisar antara 1500 hingga 3000 m, maka simen kelas G (menurut pengkelasan oleh API) sesuai digunakan. Bagi mendapatkan ciri-ciri simen yang dikehendaki, bahan-bahan tambah digunakan. Bahan-bahan tambah yang umumnya digunakan adalah bahan tambah pelanjut, pencepat, perencat, hilangan bendalir, penyelerak, agen pemberat dan edaran hilang. Buat masa ini, semua bahan tambah yang diperlukan masih lagi diimport dari luar negara.

Untuk mengurangi aliran wang keluar negara dan mengembangkan penggunaan bahan-bahan tempatan, suatu kajian awal di makmal telah dilakukan bagi mengkaji kesesuaian beberapa bahan tempatan untuk digunakan sebagai bahan tambah pada operasi penyimenan telaga minyak dan telaga gas di Malaysia. Di antara bahan-bahan tempatan yang dikaji adalah ilmenit sebagai bahan tambah pemberat, bentonit sebagai bahan tambah pelanjut, sekam padi dan sabut kelapa sebagai bahan tambahan hilangan bendalir.

Dalam operasi penyimenan, ketumpatan buburan simen mestilah lebih kurang sama dengan ketumpatan lumpur penggerudian yang digunakan bagi mengawal tekanan hidrostatik formasi. Ketumpatan yang terlalu besar akan mengakibatkan peretakan dan kehilangan edaran manakala ketumpatan yang kecil pula akan menyebabkan letusan liar. Bagi mendapatkan ketumpatan buburan simen yang dikehendaki, bahan tambah pemberat digunakan. Bahan tambah pemberat yang biasa digunakan ialah barit, hematit, dan silika.

Bahan tambah pelanjut biasanya digunakan dalam operasi penyimenan untuk menurunkan ketumpatan buburan simen supaya tekanan hidrostatik dasar lubang berkurang semasa operasi berlangsung bagi mencegah berlakunya peretakan dan edaran hilang melalui zon-zon yang bertekanan rendah atau untuk meningkatkan isipadu buburan (kaki padu per kimpit) yang akan mengurangkan kos keseluruhan operasi penyimenan (Dowell, 1984). Bahan yang sering digunakan sebagai bahan pelanjut ialah bentonit, pozzolan, perlit, gilsonit dan nitrogen, dimana bentonit Wyoming merupakan bahan tambah pelanjut yang paling umum digunakan dengan kepekatan berkisar antara 0 - 5% berat simen.

Bahan tambah hilangan bendalir digunakan dalam operasi penyimenan bagi mengekalkan nisbah air-bahan pepejal dalam

buburan simen. Nisbah ini perlu dikekalkan bagi mencegah berlakunya perkara perkara berikut:

- i. pengerasan buburan simen sebelum masanya sehingga menyebabkan penyesaran yang tidak sempurna
- ii. pertukaran reologi buburan simen yang akan turut menurunkan prestasi penyesaran
- iii. kerosakan formasi zon pengeluaran oleh turasan simen yang membawa zarah-zarah kecil yang akan menyumbat ruang pori batuan formasi.

Untuk ini, bahan-bahan selulos atau bahan-bahan polimer selalu digunakan sebagai bahan tambah hilangan bendalir. Kepekatan yang biasa digunakan berkisar antara 0.5 hingga 1.5% berat bagi bahan selulosa dan 0.1 hingga 0.5 gelen per kimpit simen bagi bahan-bahan polimer (Stout, 1960). Bahan-bahan tambah yang sering digunakan antaranya ialah campuran aromatik sulfonat dengan kalsium lignosulfat yang lebih dikenali dengan nama D60 dan D603 (Beach, 1961).

BAHAN DAN KAEDAH

Bahan-bahan yang digunakan dalam kajian ini ialah ilmenit, bentonit, sekam padi, sabut kelapa dan simen kelas G. Bahan tambah piawai yang digunakan adalah D603, D60, barit dan bentonit Wyoming. Semua ujikaji yang dijalankan mengikuti spesifikasi dan kaedah yang telah ditetapkan oleh American Petroleum Institute (API) sebagaimana yang terkandung dalam API Spec. 10 (1988).

Kaedah Penyediaan Bahan Tempatan Yang Akan Diuji

- i. Bahan yang berkaitan dikering dan dipisahkan daripada bendasing sebelum dikisar.

- ii. Bahan berkenaan yang kering dan bersih di kisar menggunakan mesin pengisar sehingga halus.
- iii. Bahan yang telah halus di ayak menggunakan pengayak bersatz liang 75 mikron.

Kaedah Penyediaan Buburan Simen

- i. Bendasing di pisahkan daripada sampel simen yang akan digunakan dengan cara di ayak menggunakan pengayak bersatz liang 850 mikron.
- ii. Air sebanyak 44% dari berat simen dicampurkan dengan serbuk halus bahan yang akan diuji dan campuran diaduk perlahan perlahan.
- iii. Sejumlah tertentu simen kelas G dimasukkan ke dalam campuran di atas.
- iv. Mesin pengaduk dijalankan pada halaju rendah (4000 rpm) untuk selama 15 minit, kemudian tingkatkan halaju mesin ke 12000 rpm untuk selama 35 minit.
- v. Kemudian buburan simen di atas dimasukkan ke dalam meter konsisten dan meter dihidupkan untuk selama 20 minit.

Ujikaji Untuk Menentukan Kesesuaian Ilmenit Sebagai Bahan Tambah Pemberat

Berat ilmenit yang akan digunakan adalah 5, 10, 15 dan 20 peratus berat simen. ciri ciri buburan simen yang akan dikaji ialah ketumpatan buburan. Ujikaji dijalankan sesuai dengan penentuan oleh API Spec. 10 (1988). Semua ciri-ciri buburan yang diuji akan dibandingkan dengan ciri-ciri buburan yang menggunakan barit sebagai bahan tambah pemberat. sebelum ilmenit digunakan, ia mestilah dikisar terlebih dahulu dan diikuti dengan ayakan bagi mendapatkan saiz sebagaimana yang telah ditetapkan oleh API Spec. 10 (1988), iaitu

75 mikron. Ilmenit yang digunakan adalah dari Lombong Bijih Timah Berjuntai, Selangor.

Ujikaji Untuk Menentukan Kesesuaian Bentonit Sebagai Bahan Tambah Pelanjut

Sebelum bentonit digunakan, ia mestilah dibersihkan, dikisar dan di ayak bagi memastikan bentonit yang digunakan bebas daripada bendasing dan ukurannya sesuai dengan Spesifikasi API, iaitu 75 mikron. Bentonit yang digunakan dalam kajian ini ialah bentonit dari Lahad Datu, Sabah dan kekekatannya berkisar antara 0 - 5% dari berat simen. Ciri-ciri buburan simen yang dikaji ialah ketumpatan dan isipadu. Ciri-ciri ini akan dibandingkan dengan ciri-ciri buburan simen yang menggunakan bentonit Wyoming sebagai bahan tambah pelanjut.

Ujikaji Untuk Menentukan Kesesuaian Sekam Padi Dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Hilangan Bendalir

Sebelum sekam padi dan sabut kelapa digunakan, kedua-duanya mestilah dikeringkan, dibersihkan daripada bendasing, dikisar dan di ayak bagi mendapatkan serbuk sekam padi dan serbuk sabut kelapa yang bebas daripada bendasing serta berukuran 75 mikron, iaitu ukuran yang telah ditetapkan oleh API Spec. 10 (API, 1988). Ciri buburan simen yang akan dikaji adalah ciri hilangan bendalir buburan simen yang sudah dicampur dengan sekam padi atau sabut kelapa sebanyak 0.5 - 1.5% berat simen. Sebagai perbandingan, bahan tambah plawai D603 dan D60 digunakan.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Data pengamatan ciri-ciri buburan simen dengan bahan tambah tempatan akan dibandingkan dengan ciri ciri buburan simen dengan bahan tambah plawai yang amnya digunakan dalam operasi penyimenan.

Jadual 1: Penentuan Ketumpatan Buburan Simen

Peratus bahan tambah	Ketumpatan buburan simen (ppg)	
	Barit	Ilmenit
5	16.2	16.3
10	16.6	16.8
15	17.0	17.3
20	17.4	17.8

Penggunaan Ilmenit Sebagai Bahan Tambah Pemberat

Jadual 1 menunjukkan data pengamatan dari ujikaji penentuan kesan penambahan ilmenit tempatan dan barit terhadap ketumpatan buburan simen.

Daripada Jadual 1 jelas kelihatan bahawa penambahan barit sebanyak 5 - 20% akan menghasilkan ketumpatan buburan simen yang berkisar antara 16.2 hingga 17.4 ppg, sedangkan penambahan ilmenit pula akan menghasilkan ketumpatan yang berkisar antara 16.3 hingga 17.8 ppg. Rajah 1 pula jelas menunjukkan bahawa penggunaan ilmenit sebagai bahan pemberat akan menghasilkan buburan simen yang berketumpatan lebih tinggi berbanding

Jadual 2: Bentonit sebagai bahan tambah pelanjut

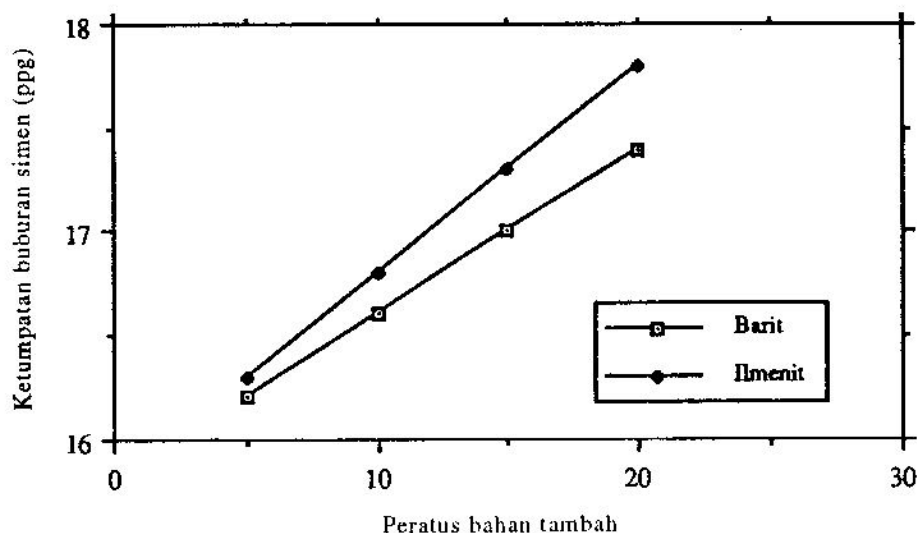
Peratus bahan tambah	Ketumpatan Buburan (ppg)		Peratus tambahan Isipadu Buburan	
	B. W' ming	B. L. Datu	B. W' ming	B. L. Datu
0	15.90	15.90	0.0	0.0
1	15.35	15.20	20.0	10.0
2	14.82	14.70	33.3	20.0
3	14.45	14.30	45.0	30.0
4	14.20	14.00	55.0	40.0
5	14.00	13.80	63.3	48.3

dengan jika barit digunakan. Ini disebabkan ketumpatan bandingan ilmenit tempatan yang digunakan lebih tinggi (4.47) daripada ketumpatan barit (4.2 - 4.3).

Penggunaan Bentonit Lahad Datu Sebagai Bahan Tambah Pelanjut

Data pengamatan daripada ujikaji penambahan bentonit sebagai bahan tambah pelanjut terhadap ketumpatan dan isipadu buburan simen ditunjukkan oleh Jadual 2.

Dari Jadual 2 dan Rajah 2 jelas kelihatan bahawa penambahan bentonit akan menurunkan ketumpatan buburan simen. Pengurangan ketumpatan buburan simen yang menggunakan bentonit Lahad Datu



Rajah 1: Kesan penambahan bahan tambah terhadap ketumpatan buburan simen

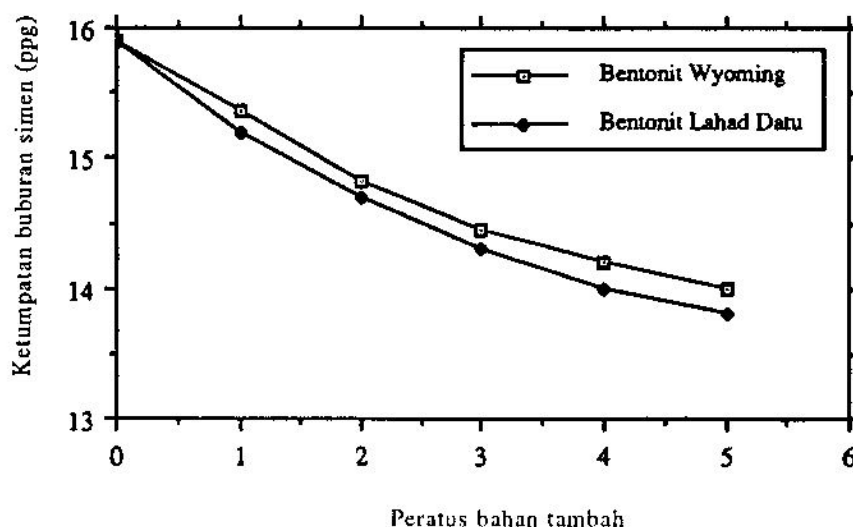
lebih tinggi berbanding dengan pengurangan ketumpatan buburan simen yang menggunakan bahan tambah bentonit Wyoming, iaitu dengan perbezaan yang berkisar antara 0.12 - 0.2 ppg. Ini lebih disebabkan oleh pemisahan air - simen yang berlaku di dalam buburan simen yang berkaitan. Bentonit Lahad Datu didapati mempunyai kadar penyerapan air yang rendah berbanding dengan bentonit Wyoming sehingga sedikit sahaja air yang dapat memasuki struktur montmorilonitnya. Dengan ini sebahagian besar air merupakan air bebas. Oleh kerana zarah-zarah simen lebih berat daripada air dan bentonit Lahad Datu, maka zarah-zarah tersebut akan mendak dengan lebih cepat. Apabila ketumpatan buburan di ukur, hanya sebahagian sahaja zarah simen dan sebahagian besar lagi merupakan air bebas. Keadaan yang sedemikian akan menyebabkan ketumpatan yang diukur menjadi lebih rendah.

Dari Jadual 2 dan Rajah 3 jelas kelihatan bahawa penambahan bentonit ke dalam buburan simen akan menyebabkan isipadu buburan bertambah. Bentonit Wyoming didapati mampu meningkatkan

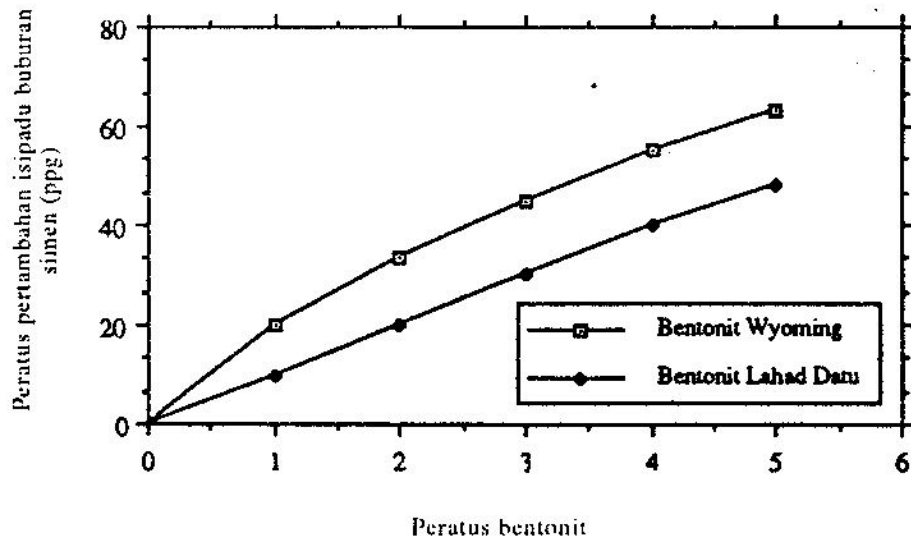
isipadu buburan simen dalam jumlah yang lebih besar daripada bentonit Lahad Datu. Perbezaan peratus peningkatan isipadu ini berkisar antara 10 - 15%. Peningkatan isipadu simen bergantung pada keupayaan bahan tambah pelanjut untuk menyerap air ke dalam struktur montmorilonitnya yang secara langsung akan mempengaruhi kadar pembengkakan struktur tersebut. Pembengkakan inilah yang akan menyebabkan isipadu buburan simen bertambah. Oleh kerana kadar penyerapan air bentonit Lahad Datu lebih rendah daripada kadar penyerapan air bentonit Wyoming, maka penambahan isipadu buburan simen yang terhasil juga lebih rendah.

Penggunaan Sekam Padi Dan Sabut Kelapa Sebagai Bahan Tambah Hilangan Bendalir

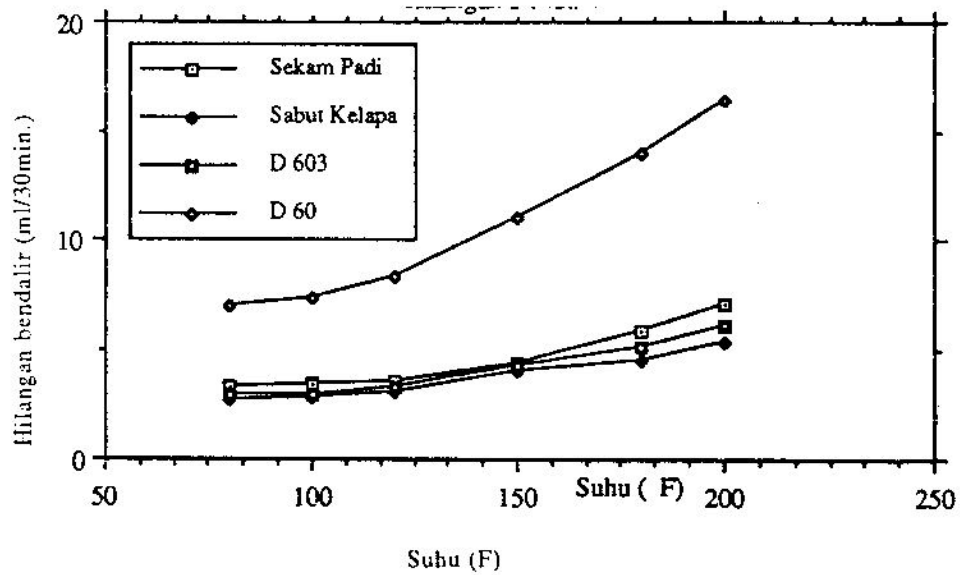
Data pengamatan dari ujikaji hilangan bendalir dinyatakan dalam Jadual 3. Dari Jadual 3 dan Rajah 4 jelas kelihatan bahawa penggunaan sekam padi sebagai bahan tambah hilangan bendalir akan menghasilkan isipadu turasan atau hilangan bendalir yang lebih kecil daripada hasil yang akan diperolehi jika bahan tambah D60



Rajah 2: Pengaruh penambahan bentonit terhadap ketumpatan buburan simen



Rajah 3: Kesan penambahan bentonit terhadap pertambahan isipadu buburan simen



Rajah 4: Kesan bahan tambah terhadap hilang bendalir

Jadual 3: Hasil ujikaji hilangan bendalir

Suhu °F	Isipadu turasan (ml/30 minit)			
	Sekam Padi	Sabut Kelapa	D603	D60
80	3.3	2.7	2.95	7.0
100	3.4	2.8	3.00	7.4
120	3.5	3.1	3.30	8.4
150	4.4	4.1	4.25	11.0
180	5.9	4.6	5.20	14.0
200	7.1	5.4	6.20	16.4

digunakan, tetapi lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil isipadu turasan atau hilangan bendalir yang akan diperoleh jika D603 digunakan. Pengurangan isipadu turasan yang diperoleh berkisar antara 3.7 - 9.3 ml, sedangkan peningkatan isipadu turasan yang akan diperoleh pula berkisar antara 0.2 - 0.9 ml. Dengan ini jelaslah sekam padi berkemungkinan untuk digunakan sebagai bahan tambah hilangan bendalir dalam operasi penyimenan. Dari Rajah 4 juga jelas kelihatan bahawa penggunaan sekam padi adalah lebih baik daripada penggunaan bahan tambah D60.

Dari Jadual 3 dan Rajah 4 juga jelas kelihatan bahawa buburan simen dengan sabut kelapa sebagai bahan tambah menghasilkan lebih sedikit turasan jika dibandingkan dengan buburan simen yang mengandungi D603. Dengan ini jelas menunjukkan bahawa sabut kelapa boleh atau lebih baik digunakan sebagai bahan tambah untuk mengawal hilangan bendalir berbanding dengan D603, sekam padi dan D60. Pengawasan hilangan bendalir ini akan diperolehi melalui mekanisma-mekanisma berikut:

- i. memperbaiki penyebaran zarah-zarah buburan simen sehingga zarah-zarah tersebut tersusun dengan lebih padat dalam kek turasan yang terbentuk di antara simen dan dinding formasi. Keadaan ini akan mengurangkan ketertelapan air celahan buburan simen dan seterusnya mengurangkan kadar hilangan bendalir
- ii. meningkatkan kelikatan air celahan buburan simen

iii. pembentukan selaput yang tidak telap antara permukaan beberapa lapisan kek turasan awal dan media turas berliang.

Rajah 4 juga menunjukkan bahawa kadar hilangan turasan bertambah dengan bertambahnya suhu. Ini kerana dengan peningkatan suhu, salut gel pada zarah zarah gipsium dan C3A (trikalsiumaluminat - $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) yang terdapat dalam simen akan lebih senang ditelapi oleh air sehingga menyebabkan air mula bertindakbalas dengan C2S (dikalsium silikat - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) dan C3S (trikalsium silikat - $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$). Tindakbalas ini akan menghasilkan hablur berbentuk jarum yang boleh menyebabkan buburan simen kehilangan air pada kadar yang lebih cepat.

Jadual 3 dan Rajah 4 juga menunjukkan bahawa sekam padi dan sabut kelapa menghasilkan turasan yang kurang daripada 200 ml. Dengan demikian, sekam padi dan sabut kelapa yang diuji merupakan bahan tambah yang baik (menurut pengelasan yang dibuat oleh Packer, 1977).

KESIMPULAN

Daripada kajian awal yang dilakukan dapat dilihat bahawa semua bahan tempatan yang dikaji berkemungkinan dapat digunakan sebagai bahan tambah dalam operasi penyimenan telaga minyak dan telaga gas di Malaysia. Ilmenit didapati berkemungkinan untuk digunakan sebagai bahan tambah pemberat, bentonit Lahad Datu pula sesuai untuk digunakan sebagai bahan tambah pelanjut dan, sekam padi serta sabut kelapa pula berkemungkinan untuk digunakan sebagai bahan tambah hilangan bendalir. Walau bagaimanapun, kajian lanjut untuk menentukan kesan penggunaan bahan-bahan tempatan berkenaan terhadap ciri-ciri simen yang lain perlu dilakukan untuk memastikan penggunaannya tidak akan membawa kesan negatif terhadap ciri-ciri yang berkaitan. Disamping itu, kajian ekonomi juga perlu

dilakukan supaya dapat ditentukan kos pengeluaran serta pengembangan bahan bahan tempatan yang berkaitan setimpal dengan kelebihan-kelebihan yang boleh diperoleh serta tidak akan menyebabkan kos keseluruhan operasi penyimenan telaga bertambah.

RUJUKAN

- Allen, T.D., 1978. 'Production Operation'. Vol. 1, Tulsa. Oil and Gas Consultants International, USA.
- American Petroleum Institute, 1988. 'Specification For Material and Testing For Oil Well Cement. (API Spec. 10). 4th Edition. Dallas, USA.
- Beach, H. J., 1961. *The Role of Filtration In Cementing Squeezing*. API Drilling and Practices.
- Dowell, S., 1984. 'Cementing Technology'. Monograph, London.
- Packer, P. N., Dec., 1977. 'Today's Oil Well Cementing Offer Operators A Variety of Choice'. *Oil and Gas Journal*.
- Stout, C. M., Sept., 1960. A New Organic Cements. *Journal of Petroleum Technology*.